(19)日本国特許庁(JP)　(12)公 開 特 許 公 報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2005-169020
(P2005-169020A)
(43)公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51)Int.Cl.^{7}	ＦＩ			テーマコード（参考）
Ａ６１Ｂ　5/145	Ａ６１Ｂ	5/14	３１０	４Ｃ０１７
Ａ６１Ｂ　5/0245	Ａ６１Ｂ	5/02	３１０Ｂ	４Ｃ０３８

審査請求 未請求 請求項の数 37 書面 （全 26 頁）

(21)出願番号 特願2003-436312(P2003-436312)
(22)出願日 平成15年12月5日(2003.12.5)

(71)出願人 502438433
有限会社ティ・エス・イー
大阪府大阪市北区西天満３丁目１４番９号
(72)発明者 小坂　武
大阪府堺市槇塚台３丁４１番１７号

Ｆターム(参考) 4C017 AA09 AA12 AB02 AC26 BB12 BC11
4C038 KK01 KL05 KL07 KX02 KX04

(54)【発明の名称】血中酸素飽和度検出装置

(57)【要約】
【課題】動脈の脈動変化量、静脈の脈動変化量、細胞および光学的変化量　等を考慮して、動脈の酸素飽和度を正確に算出する。
【解決手段】ヘモグロビンの吸収分光域の５個、４個、或いは２個の生体分光信号を用いて、演算式に従って算出する。
【選択図】図６

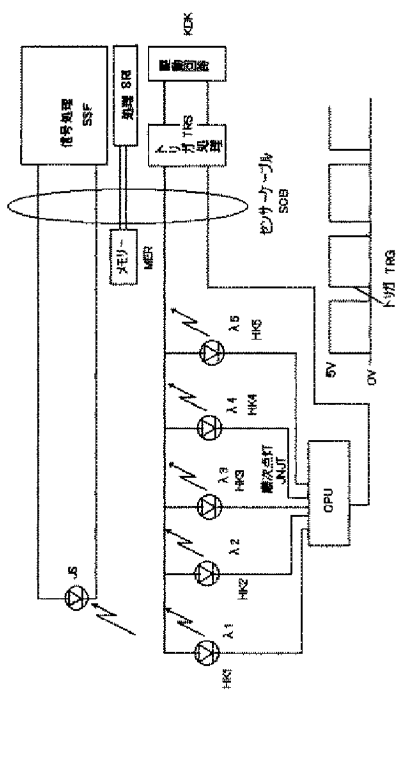


図6

【特許請求の範囲】

【請求項１】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項２】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項３】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、ヘモグロビンの吸収分光域の２個の生体分光信号を用いて本文（２４２）式から（２５１）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項４】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、積分球と実効的等価照射手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項５】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、積分球と実効的等価照射手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項６】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、積分球と実効的等価照射手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の２個の生体分光信号を用いて本文（２４２）式から（２５１）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項７】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出し、動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置において、生体に対して積分球と実効的等価照射手段を有する装置。

【請求項８】

可視光或いは赤外光域のヘモグロビンの吸収分光域の２個の生体分光信号を用いて、動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、心拍数　等を算出する非侵襲パルスオキシメーターにおいて、生体に対して積分球と実効的等価照射手段を有する装置。

【請求項９】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、生体接触部において多発光素子の印加電圧回路を順次切換えて、測定器本体から多発光素子に到る印加電圧供給線の数を簡素化する手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項１０】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、生体接触部で多発光素子を順次切換える手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項１１】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項１２】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項１３】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の２個の生体分光信号を用いて本文（２４２）式から（２５１）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項１４】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、生体接触部において多発光素子の印加電圧回路を順次切換えて、測定器本体から多発光素子に到る印加電圧供給線の数を簡素化する手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項１５】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、生体接触部において多発光素子の印加電圧回路を順次切換えて、測定器本体から多発光素子に到る印加電圧供給線の数を簡素化する手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項１６】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、積分球と実効的等価照射手段を有し、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項１７】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、積分球と実効的等価照射手段を有し、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項１８】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、積分球と実効的等価照射手段を有し、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の２個の生体分光信号を用いて本文（２４２）式から（２５１）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項１９】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分

光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項２０】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項２１】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の２個の生体分光信号を用いて本文（２４２）式から（２５１）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項２２】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項２３】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項２４】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の２個の生体分光信号を用いて本文（２４２）式から（２５１）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項２５】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、生体接触部において多発光素子の印加電圧回路を順次切換えて、測定器本体から多発光素子に到る印加電圧供給線の数を簡素化する手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項２６】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、生体接触部において多発光素子の印加電圧回路を順次切換えて、測定器本体から多発光素子に到る印加電圧供給線の数を簡素化する手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項２７】

可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項２８】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項２９】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の２個の生体分光信号を用いて本文（２４２）式から（２５１）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項３０】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、生体接触部において多発光素子の印加電圧回路を順次切換えて、測定器本体から多発光素子に到る印加電圧供給線の数を簡素化する手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項３１】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、生体接触部において多発光素子の印加電圧回路を順次切換えて、測定器本体から多発光素子に到る印加電圧供給線の数を簡素化する手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項３２】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項３３】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項３４】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、生体信号にかかわる電源、信号において無線伝達をする手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の２個の生体分光信号を用いて本文（２４２）式から（２５１）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項３５】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、ＡＰＤを用いて生体信号にかかわる必要な信号を取り出する手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の５個の生体分光信号を用いて本文（２７）式から（７９）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置

【請求項３６】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、ＡＰＤを用いて生体信号にかかわる必要な信号を取り出する手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の４個の生体分光信号を用いて本文（１４１）式から（１７２）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【請求項３７】
可視光或いは赤外光を用いて生体内部の生体信号を取り出すようにした装置において、反射光を用いて生体信号を取り出す手段を有し、積分球と実効的等価照射手段を有し、ＡＰＤを用いて生体信号にかかわる必要な信号を取り出する手段を有し、ヘモグロビンの吸収分光域の２個の生体分光信号を用いて本文（２４２）式から（２５１）式にいたる演算をして動脈中の酸素飽和度、動脈の脈波、静脈酸素飽和度、静脈の脈波　等を算出する装置
【発明の詳細な説明】
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
本発明は血中の成分検出装置に関する。
【背景技術】
動脈中の酸素飽和度を非侵襲的に計測する装置はすでにパルスオキシメーターとして商品になっている。測定部位については指先が多数をしめるが、指先は非常によく動き動脈の酸素飽和度の測定値に悪影響をあたえる。そこで比較的動きが鈍い頭、額などが候補になっている。又、生体の緊急時における酸素供給システムの優位性を考慮して指先より脳、心臓などがより重要な計測の対象となる。それらを合わせて脳に近い額、顔面あるいは頭部で計測する、所謂反射光型が考案されすでに市販されている。これらは動脈の脈動を応用した２つの分光センサーで信号処理して酸素飽和度の値を算出している。
【発明が解決しようとする課題】
問題は生体に起因するＳ／Ｎが悪く、どんな場合でも動脈の酸素飽和度が正確に計測できる、とはなってないことである。問題は、次のような場合に生じる。
人が立ってる状態の額から計測できる酸素飽和度と、寝ている状態の額から計測できる酸素飽和度が異なることである。状態によって値がことなるのは問題である。この原因は立っている状態では額には血の鬱積が生じないが、寝た状態では血の鬱積が生じ主に静脈血がたまり、近傍の動脈の脈動が静脈に脈動を与え、その結果静脈の酸素飽和度が動脈の酸素飽和度に悪影響を与えることによる。
又、指先あるいは足にセンサーを装着する場合には一つは体動に伴ってノイズが発生する問題であり、他はセンサーケーブルが生体に絡むとか負担を強いる問題である。体動問題は生体内の問題とセンサーの光学系に起因する問題に分けられる。
いずれにしてもこれらの悪影響をとり除くことが本発明の課題である。
【課題を解決するための手段】
はじめに、酸素飽和度を計測する原理から説明する。
生体内での光の振る舞いについて考察する。
図１にあるように、ある層中に粒子が均一に分布していて光散乱と光吸収がある場合の入射光、透過光、反射光の様子を考察する。血中の酸素飽和度などを扱う場合にはヘモグロビンが粒子となってＫｕｂｅｌｋａ－Ｍｕｎｋの理論がこの図に適用される。
前方に進む光強度をＩ、後方に返ってくる光強度をＪ、Ｓを散乱係数、Ｋを吸収係数とすると次式が成り立つ。ただし分光波長はある１つの波長としている。

$$dI=-(K+S)\cdot I\cdot dy+S\cdot dy \text{-------------} (1)$$

$$dJ=+(K+S)\cdot J\cdot dy-S\cdot dy \text{-------------} (2)$$

これを解くと

$$I=A\cdot exp(\kappa y) | B\cdot exp(\ \kappa y) \qquad (3)$$

$$J=A'\cdot exp(\kappa y)+B'\cdot exp(-\kappa y) \text{-----} (4)$$

ここで

$\kappa=\sqrt{K(K+2S)}$

yは入射面から深さ（進行方向）に沿った距離で

Ａ、Ｂ、Ａ’、Ｂ’は境界条件により決定される。

今、yが相当に距離を持っているとする。そのときＩ、Ｊは発散するのではなくある値になると考えてよい。なぜなら生体のなかで光強度が＋増幅或いは－増幅される現象は観測されてない。すると実効的には

$A=A'=0$

と考えてよい

次にＩについてかんがえる。

$y=0$の時、$I0$とすると

$$I=I0\cdot\exp(-\kappa y)\text{-------------}(5)$$

がその答である。

次に図２のように層のなかを進行する場合を考える。

１層の中では（５）式がなりたつ。

２層の中では１層と２層の境界面のＩをＩ１とすると

$$I=I1\cdot\exp(-\kappa 2\cdot y)\text{-------------}(6)$$

がなりたつ。ここで$\kappa 2$は２層中の散乱と吸収係数で成り立つ定数でありyは１層と２層の境界面からの距離である。

Ｉ１は（５）式から

$$I1=I0\cdot\exp(-\kappa 1\cdot d1)\text{------------}(7)$$

ここでｄ１は１層の厚さである。

これを（６）式に入れると

$$I=I0\cdot\exp(-\kappa 1\cdot d1)\cdot\exp(-\kappa 2\cdot y)\text{-----------}(8)$$

同様に３層中では

$$I=I0\cdot\exp(-\kappa 1\cdot d1)\cdot\exp(-\kappa 2\cdot d2)\cdot\exp(-\kappa 3\cdot y)\text{-------}(9)$$

同様にｎ層まで考えることができる。

ここで３層までモデルを考え、３層からの透過光の強さをＩとすると

$$I=I0\cdot\exp(-\kappa 1\cdot d1)\cdot\exp(-\kappa 2\cdot d2)\cdot\exp(-\kappa 3\cdot d3)\text{-------}(10)$$

ここで

$$\kappa i=\sqrt{Ki(Ki+2Si)}\qquad(I=1,2,3)$$

ここでこのモデルを指にあてはめる。１層を動脈に２層を静脈に３層をその他細胞に、光学的なものはＩ０に相当すると考え、さらに各記号の意味を考える。

１層の$\kappa 1$は、動脈中のなかでの最大の巨大分子ヘモグロビンとしてよい。

ただし、Ｋ１は酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの合成されたものと考えられ、散乱係数Ｓ１はＫ１よりはるかに大と考えられる。

$$\kappa 1=\sqrt{K1(K1+2\cdot S1)}\text{-----------}(11)$$

変形して

$$\kappa 1=\sqrt{(S1\cdot S1)((K1\cdot K1)/(S1\cdot S1)+2\cdot K1/S1)}=\sqrt{2\cdot K1\cdot S1}\text{----------}(12)$$

ここでヘモグロビンの酸化率＝酸素飽和度をＳｐとすると

$$K1=K11\cdot Sp+(1-Sp)\cdot K12\text{-----------}(13)$$

ここでＫ１１は酸化ヘモグロビンの吸収係数を、Ｋ１２はヘモグロビンの吸収係数を表している。（１３）を（１２）に代入すると

$$\kappa 1=\sqrt{2(K11-K12)\cdot S1\cdot Sp+2\cdot K12\cdot S1}\text{-----}(14)$$

ここで置換え整理する。

$$\kappa 1-\sqrt{A1\cdot Sp+B1}\text{-----}(15)$$

Ａ１、Ｂ１は定数項のあつまりで

Ａ１＝２（Ｋ１１－Ｋ１２）・Ｓ１－－－－－－－－－－－（１６）
Ｂ１＝２・Ｋ１２・Ｓ１－－－－－－－－－－－（１７）
結局、κ１は、今求めようとしている血中の酸素飽和度Ｓｐの関数である。
次にｄ１は動脈層の厚さであるが、意味するところは動脈毛細血管から全ての動脈をあつめたものにそうとうする等価的な厚さである。これらは脈動しており、固定部分と脈動部分に分けられる。すなわち
ｄ１＝ｄ１（ｄｃ）｜ｄ１（ａｃ）　　　　　　　　　　（１８）
と表される。
次に２層について考える。
この層を静脈に想定する。２層のκ２も動脈中のなかでの最大の巨大分子ヘモロビンとしてよい。また、Ｋ２も酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの合成されたものと考えられ、散乱係数Ｓ２はＳ１と同値であり、Ｋ２よりはるかに大と考えられる。
κ２＝√（Ｋ２（Ｋ２＋２・Ｓ１））－－－－－－－－－－－（１９）
変形して
κ２＝√（（Ｓ１・Ｓ１）（（Ｋ２・Ｋ２）／（Ｓ１・Ｓ１）＋２・Ｋ２／Ｓ１））＝√（２・Ｋ２・Ｓ１）－－－－－－－－－－－（２０）
ここでヘモグロビンの酸化率＝酸素飽和度をＳ’ｐとすると
Ｋ２＝Ｋ１１・Ｓ’ｐ＋（１－Ｓ’ｐ）・Ｋ１２－－－－－－－－－－－（２１）
ここでＫ１１は酸化ヘモグロビンの吸収係数を、Ｋ１２はヘモグロビンの吸収係数を表している。（２１）を（２０）に代入すると
κ２＝√（２（Ｋ１１－Ｋ１２）・Ｓ１・Ｓ’ｐ＋２・Ｋ１２・Ｓ１）－－－－－（２２）
ここで置換え整理する。
κ２＝√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）－－－－－（２３）
Ａ１、Ｂ１は定数項のあつまりで
Ａ１＝２（Ｋ１１－Ｋ１２）・Ｓ１－－－－－－－－－－－（１４）
Ｂ１＝２・Ｋ１２・Ｓ１－－－－－－－－－－－（１５）
結局、κ２は、静脈の血中の酸素飽和度Ｓ’ｐの関数である。
次にｄ２は静脈層の厚さであるが、意味するところは静脈毛細血管から全ての静脈をあつめたものにそうとうする等価的な厚さである。これらは体動ととに動き、固定部分と動部分に分けられる。すなわち
ｄ２＝ｄ２（ｄｃ）＋ｄ２（ａｃ）－－－－－－－－－－－（２４）
と表される。
次に３層について考える。
この層は血とは関係なくある細胞層で、従ってκ３はヘモグロビンの酸素飽和度とは関係ない独立定数である。ｄ３はそれら細胞をあつめた等価的な厚さで、体動とともに動き、固定部分と動部分に分けられる。すなわち
ｄ３＝ｄ３（ｄｃ）＋ｄ３（ａｃ）－－－－－－－－－－－（２５）
と表される。
ここで（１０）式のＩ０について考える。これは入射光の強度であるが、体動に伴い光束の制限が変動することも考えられる。即ち
Ｉ０＝Ｉｇ・Ｉｘ－－－－－－－－－－－（２６）
ここでＩｇは制限を受けない状態の入射光の強度を、Ｉｘは制限の変動部分を表す。
従ってＩｇは固定部分となる。
ここで（１５）、（１８）、（２３）、（２４）、（２５）、（２６）の各式を（１０）式に代入すれば
Ｉ＝Ｉｇ・Ｉｘ・ｅｘｐ（－√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・（ｄ１（ｄｃ）＋ｄ１（ａｃ）））・ｅｘｐ（－√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・（ｄ２（ｄｃ）＋ｄ２（ａｃ）））・ｅｘｐ（－κ３・（ｄ３（ｄｃ）＋ｄ３（ａｃ）））－－－－－－－－－－－（２７）
ここで（２７）式の対数をとり、時間的に変動部分のみをとりだすと次式をうる。

Ｌｎ（Ｉ）（ａｃ）＝ｌｎ（Ｉｘ）－√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・（ｄ１（ａｃ））－√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・（ｄ２（ａｃ））－κ３・（ｄ３（ａｃ））－－－－－－－－－－－（２８）

ここでκ３を考える。ある分光域をとると分光的には変動しない領域があり、
－κ３・（ｄ３（ａｃ））も　分光的には変動しない。そこで

Ｘ＝ｌｎ（Ｉｘ）－κ３・（ｄ３（ａｃ））－－－－－－－－－－－（２９）

とおき、

ａ１－Ｌｎ（Ｉ）（ａｃ）－－－－－－－－－－－（３０）

とすれば

ａ１＝Ｘ－√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・（ｄ１（ａｃ））－√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・（ｄ２（ａｃ））
－－－－－－－－－－－（３１）

（３１）式は、生体例えば指の透過光を、一般に体動があるときに計測した場合をしめしている。ただし分光的には１の波長に対しての測定値を式で表しているだけのものである。ａ１は透過光の強さを計測し対数をとりその変動部分をとりだしたものであり、Ｘは光学的な変動と血中外の細胞の変動を表し、Ａ１，Ｂ１は１波長のヘモグロビンに絡む定数、Ｓｐは動脈の酸素飽和度を表し、（ｄ１（ａｃ））は動脈の厚さ変動を、Ｓ’ｐは静脈の酸素飽和度を表し、（ｄ２（ａｃ））は静脈の厚さ変動を表す。すなわちａ１は未知数Ｘ、Ｓｐ、ｄ１（ａｃ）、Ｓ’ｐ、ｄ２（ａｃ）の５個である。したがって独立に（３１）とならぶ計測値が５個以上得られたらこれら未知数は解くことができる。

以上は透過光について展開したものであり、ここで反射光についての展開をする。

（５）式に対応する反射光Ｊの一般解は

Ｊ＝Ｂ’・ｅｘｐ（－κｙ）－－－－－－－－－－－－－（３２）

である。

図３を参照して説明する。

ｙ＝０　の時のＪと　ｙ＝ｄ　の時のＪの大小比較は

Ｊ０／Ｊ１＝ｅｘｐ（κｄ）－－－－－－－－－－－－－（３３）

（３２）式は

Ｊ＝Ｊ１・ｅｘｐ（κｄ）・ｅｘｐ（－κｙ）－－－－－－－－（３４）

次に２層について考える。

ｙ＝ｄ１の時のＪと　ｙ＝ｄ２　の時のＪの大小比較は

Ｊ１／Ｊ２＝ｅｘｐ（κ２・ｄ２））－－－－－－－－－－－－－（３５）

すると

Ｊ０＝Ｊ２・ｅｘｐ（κ２・ｄ２）・ｅｘｐ（κ１・ｄ１）－－－－－－－－（３６）

同様に３層まで考えると

Ｊ０－Ｊ３・ｅｘｐ（κ１・ｄ１）・ｅｘｐ（κ２・ｄ２）・ｅｘｐ（κ３・ｄ３）－－（３７）

ここで、ｄ１は動脈に、ｄ２は静脈に、ｄ３はその他の細胞、Ｊ３は測定における光学的な変動要素も含めたものとし、時間的に変動するものを考えて、対数と微分の処理をする。

すると（１０）式以後、ｅｘｐのκの符号が逆ではあるが透過の場合と同様にとり扱うことができる。結局（２８）式に相当する式として次式を得る。

Ｌｎ（Ｊ０）（ａｃ）＝ｌｎ（Ｉｘ）＋√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・（ｄ１（ａｃ））＋√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・（ｄ２（ａｃ））｜κ３・（ｄ３（ａｃ））
（３８）

ここでＩｘはＪ３の変動部分とする

ここでκ３を考える。ある分光域をとると分光的には変動しない領域があり、
－κ３・（ｄ３（ａｃ））も　分光的には変動しない。そこで

Ｘ＝－ｌｎ（Ｉｘ）＋κ３・（ｄ３（ａｃ））－－－－－－－－－－－（３９）

とおき、

ａ１＝－Ｌｎ（Ｉ）（ａｃ）－－－－－－－－－－－（４０）
とすれば
ａ１＝Ｘ－√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・（ｄ１（ａｃ））－√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・（ｄ２（ａｃ））－－－－－－－－－－－（４１）
これは（３１）式と同型であり、反射も透過も（３１）式を解けばよいことがわかる。模式的には図４のような各層を想定している。
ここで（４１）においてｄ１（ａｃ）－δ、ｄ２（ａｃ）＝ε・δとして
ａ１＝Ｘ－√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・δ－√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・ε・δ－－－－－－（４２）
をうる。
ここで未知数はＸ、Ｓｐ、δ、Ｓ’ｐ、ε　の５個である。これを解く為には５個以上の独立式があればよい。（４２）式は１波長の場合であり、続いて２波長、３、４、５の波長の測定で次式がえられる。
ａ２＝Ｘ－√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）・δ－√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）・ε・δ－－－－（４３）
ａ３＝Ｘ－√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）・δ－√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ３）・ε・δ－－－－（４４）
ａ４－Ｘ－√（Ａ４・Ｓｐ＋Ｂ４）・δ－√（Ａ４・Ｓ’ｐ＋Ｂ４）・ε・δ－－－－（４５）
ａ５＝Ｘ－√（Ａ５・Ｓｐ＋Ｂ５）・δ－√（Ａ５・Ｓ’ｐ＋Ｂ５）・ε・δ－－－－（４６）
ここで
ｍ１＝ａ１－ａ２、ｍ２＝ａ２－ａ３、ｍ３＝ａ３－ａ４、ｍ４＝ａ４－ａ５－－－－（４７）
と置き、整理すると
ｍ１＝｛－√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）＋√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）｝・δ＋｛－√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）＋√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）｝・ε・δ－－－－（４８）
ｍ２＝｛－√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）＋√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）｝・δ＋｛√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）｜√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）｝・ε・δ　　　　　（４９）
ｍ３＝｛－√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）＋√（Ａ４・Ｓｐ＋Ｂ４）｝・δ＋｛－√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ３）＋√（Ａ４・Ｓ’ｐ＋Ｂ４）｝・ε・δ－－－－（５０）
ｍ４＝｛－√（Ａ４・Ｓｐ＋Ｂ４）＋√（Ａ５・Ｓｐ＋Ｂ５）｝・δ＋｛－√（Ａ４・Ｓ’ｐ＋Ｂ４）＋√（Ａ５・Ｓ’ｐ＋Ｂ５）｝・ε・δ－－－－（５１）
を得る。次にδを消去する。
ｍ１／ｍ２＝＝［｛－√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）＋√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）｝＋｛－√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）＋√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）｝・ε］／［｛－√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）＋√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）｝＋｛－√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）＋√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）｝・ε］－－－－（５２）
ｍ２／ｍ３＝＝［｛－√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）＋√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）｝＋｛－√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）＋√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）｝・ε］／［｛－√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）＋√（Ａ４・Ｓｐ＋Ｂ４）｝＋｛－√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ３）＋√（Ａ４・Ｓ’ｐ＋Ｂ４）｝・ε］－－－－（５３）
ｍ３／ｍ４＝［｛－√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）＋√（Ａ４・Ｓｐ＋Ｂ４）｝＋｛－√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ３）＋√（Ａ４・Ｓ’ｐ＋Ｂ４）｝・ε］／［｛－√（Ａ４・Ｓｐ＋Ｂ４）＋√（Ａ５・Ｓｐ＋Ｂ５）｝＋｛－√（Ａ４・Ｓ’ｐ＋Ｂ４）＋√（Ａ５・Ｓ’ｐ＋Ｂ５）｝・ε］－－－－（５４）
ここで（５１）、（５２）、（５３）式の未知数はＳｐ、Ｓ’ｐ、εの３個であり解くことができる。これからεを消去する。
［ｍ１｛－√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）＋√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）｝－ｍ２｛－√（（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）＋√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）｝］／［－ｍ１｛√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）＋√

$$(A3\cdot S'p+B3)\}+m2\{-\surd(A1\cdot S'p+B1)+\surd(A2\cdot S'p+B2)\}]=[m2\{-\surd(A3\cdot Sp+B3)+\surd(A4\cdot Sp+B4)\}-m3\{-\surd(A2\cdot Sp+B2)+\surd(A3\cdot Sp+B3)\}]/[-m2\{-\surd(A3\cdot S'p+B3)+\surd(A4\cdot S'p+B4)\}+m3\{-\surd((A2\cdot S'p+B2)+\surd(A3\cdot S'p+B3)\}]\ ---(55)$$

$$[m2\{-\surd(A3\cdot Sp+B3)+\surd(A4\cdot Sp+B4)\}-m3\{-\surd(A2\cdot Sp+B2)+\surd(A3\cdot Sp+B3)\}]/[-m2\{-\surd(A3\cdot S'p+B3)+\surd(A4\cdot S'p+B4)\}+m3\{-\surd(A2\cdot S'p+B2)+\surd(A3\cdot S'p+B3)\}]=[m3\{-\surd(A4\cdot Sp+B4)+\surd(A5\cdot Sp+B5)\}-m4\{-\surd(A3\cdot Sp+B3)+\surd(A4\cdot Sp+B4)\}]/[-m3\{-\surd(A4\cdot S'p+B4)+\surd(A5\cdot S'p+B5)\}+m4\{-\surd(A3\cdot S'p+B3)+\surd(A4\cdot S'p+B4)\}]\ ----(56)$$

ここで

$$Sp=1-U \quad ----------------(57)$$

$$S'p=1-U' \quad ----------------(58)$$

とおき、$1>U>0$、$1>U'>0$の条件下で√を展開してU、U'の2次項までとる。例えば

$$\surd(A\cdot Sp+B)=\surd\{A(1-U)+B\}=\surd\{(A+B)-AU\}=\{\surd(A+B)\}\cdot\surd[1-\{A/(A+B)\}U]=\{\surd(A+B)\}\cdot\{1-(1/2)\cdot(A/(A+B))\cdot U-(1/8)\cdot(A/(A+B))^2\cdot U^2\}\ ----------------(59)$$

となる。ここで

$$C-A+B \quad --------------(60)$$

すると（59）式は

$$\surd C(1-(1/2)\cdot(A/C)\cdot U-(1/8)\cdot(A/C)^2\cdot U^2)\ ----------------(61)$$

（54）、（55）、（56）、（57）、（58）式を用いて（52）、（53）式を展開すると次式をうる。

$$(\alpha_1+\beta_1 U+\gamma_1 U^2)/(\alpha_1+\beta_1(U')+\gamma_1(U')^2)=(\alpha_2 \mid \beta_2 U \mid \gamma_2 U^2)/(\alpha_2 \mid \beta_2(U') \mid \gamma_2(U')^2)=(\alpha_3+\beta_3 U+\gamma_3 U^2)/(\alpha_3+\beta_3(U')+\gamma_3(U')^2)\ ----------------------(62)$$

ここでαi、βi、γi　はU、（U'）の各係数である。

$$\alpha_1=m1(-\surd C2+\surd C3)-m2(-\surd C1+\surd C2)\ ----------------(63)$$

$$\beta_1=-(1/2)\cdot m1\cdot\{(-\surd C2)\cdot(A2/C2)+\surd C3\cdot(A3/C3)\}++(1/2)\cdot m2\cdot\{(-\surd C1)\cdot(A1/C1)+\surd C2\cdot(A2/C2)\}\ ----------------(64)$$

$$\gamma_1=-(1/8)\cdot m1\cdot\{(-\surd C2)\cdot(A2/C2)^2+\surd C3\cdot(A3/C3)^2\}++(1/8)\cdot m2\cdot\{(-\surd C1)\cdot(A1/C1)^2+\surd C2\cdot(A2/C2)^2\}\ ----------------(65)$$

$$\alpha_2=m2(-\surd C3+\surd C4)-m3(-\surd C2+\surd C3)\ ----------------(66)$$

$$\beta_2=-(1/2)\cdot m2\cdot\{(-\surd C3)\cdot(A3/C3)+\surd C4\cdot(A4/C4)\}++(1/2)\cdot m3\cdot\{(-\surd C2)\cdot(A2/C2)+\surd C3\cdot(A3/C3)\}\ ----------------(67)$$

$$\gamma_2=-(1/8)\cdot m2\cdot\{(-\surd C3)\cdot(A3/C3)^2+\surd C4\cdot(A4/C4)^2\}++(1/8)\cdot m3\cdot\{(-\surd C2)\cdot(A2/C2)^2+\surd C3\cdot(A3/C3)^2\}$$

－－－－－－－－－－－－－－－－－（６８）
α_3 ＝ｍ３（－√ ̄Ｃ４＋√ ̄Ｃ５）－ｍ４（－√ ̄Ｃ３＋√ ̄Ｃ４）
－－－－－－－－－－－－－－－－－（６９）
β_3 ＝－（１／２）・ｍ３・｛（－√ ̄Ｃ４）・（Ａ４／Ｃ４）＋√ ̄Ｃ５・（Ａ５／Ｃ５）｝＋＋（１／２）・ｍ４・｛（－√ ̄Ｃ３）・（Ａ３／Ｃ３）＋√ ̄Ｃ４・（Ａ４／Ｃ４）｝
－－－－－－－－－－－－－－－－－（７０）
γ_3 ＝－（１／８）・ｍ３・｛（－√ ̄Ｃ４）・（Ａ４／Ｃ４）^{2} ＋√ ̄Ｃ５・（Ａ５／Ｃ５）^{2}｝＋＋（１／８）・ｍ４・｛（－√ ̄Ｃ３）・（Ａ３／Ｃ３）^{2} ＋√ ̄Ｃ４・（Ａ４／Ｃ４）^{2}｝
－－－－－－－－－－－－－－－－－（７１）
ここで
Ｃｉ＝Ａｉ｜Ｂｉ　（７２）
ｉ＝１、２、３、４、５
である。
（６２）式より、Ｕ≠（Ｕ’）として次式をうる。
（α_1 β_2 －α_2 β_1）＋（γ_2 α_1 －γ_1 α_2）（Ｕ＋（Ｕ’））＋（β１γ２－β２γ１）（Ｕ・（Ｕ’））＝０－－－－－－－－－－－－－－－（７３）
（α２β３－α３β２）＋（γ３α２－γ２α３）（Ｕ＋（Ｕ’））＋（β２γ３－β３γ２）（Ｕ・（Ｕ’））－０－－－－－－－－－－－－－－－（７４）
ここで
Ｘ１＝Ｕ＋（Ｕ’）　－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－（７５）
Ｘ２＝Ｕ・（Ｕ’）　－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－（７６）
とおくと、
（α１β２－α２β１）＋（γ２α１－γ１α２）Ｘ１＋（β１γ２－β２γ１）Ｘ２＝０－－－－－－－－－－－－－－（７７）
（α２β３－α３β２）＋（γ３α２－γ２α３）Ｘ１＋（β２γ３－β３γ２）Ｘ２＝０－－－－－－－－－－－－－－（７８）
（７７）、（７８）の一次の連立方程式を解けばＸ１，Ｘ２がもとまり、Ｕ、（Ｕ’）は次の２次の方程式の解を求めればよい。
ｔ^2 －Ｘ１・ｔ＋Ｘ２＝０－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－（７９）
以上が一つの解法である。今までの生体のＳｐＯ２の値を考慮して
Ｕ’＞Ｕ
ｔの大きい方を　Ｕ’に、小さい方をＵにしてＳｐ、Ｓ’ｐをもとめればよい。
以上は一般的な答であるが、測定に際してもう少し注意深くみる必要がある。
（４１）式におけるＸに注目する。Ｘは光学的な構成が動きと生体の血管外の細胞の動きできまるもので、例えば反射式で考えると人の額に発光と受光装置を貼り付けた場合、生体の動きで変化するとは考えにくいか、血管に比べたら無視できると思われる。
すると（４１）式は
ａ１＝√ ̄（Ａ１・Ｓｐ｜Ｂ１）・（ｄ１（ａｃ））　√ ̄（Ａ１・Ｓ’ｐ｜Ｂ１）・（ｄ２（ａｃ））
－－－－－－－－－－－（１４１）
ここで（１４１）においてｄ１（ａｃ）＝δ、ｄ２（ａｃ）＝ε・δとして
ａ１＝－√ ̄（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・δ－√ ̄（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・ε・δ－－－－－－（１４２）
をうる。
ここで未知数は、Ｓｐ、δ、Ｓ’ｐ、εの４個である。これを解く為には４個以上の独立式があればよい。（１４１）式は１波長の場合であり、続いて２波長、３、４の波長の測定で次式がえられる。
ａ２－－√ ̄（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）・δ－√ ̄（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）・ε・δ－－－－（１４３）

ａ３＝－√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）・δ－√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ３）・ε・δ－－－－（１４４）
ａ４＝－√（Ａ４・Ｓｐ＋Ｂ４）・δ－√（Ａ４・Ｓ’ｐ＋Ｂ４）・ε・δ－－－－（１４５）
この式は先の（４８）、（４９）、（５０）、（５１）に相当しており解法としては同様にとり扱える。
ここでｍ１＝ａ１、ｍ２＝ａ２、ｍ３＝ａ３、ｍ４＝ａ４としてδを消去する。
ｍ１／ｍ２＝［－√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）－√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・ε］／［－√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）］－√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）・ε］－－－－（１５２）
ｍ２／ｍ３＝［－√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）－√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）・ε］／［－√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）－√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ３）・ε］－－－－（１５３）
ｍ３／ｍ４＝［－√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）－√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ３）・ε］／［－√（Ａ４・Ｓｐ＋Ｂ４）－√（Ａ４・Ｓ’ｐ＋Ｂ４）・ε］－－－－（１５４）
ここで（１５１）、（１５２）、（１５３）式の未知数はＳｐ、Ｓ’ｐ、εの３個であり解くことができる。これからεを消去する。
［ｍ１｛－√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）｝－ｍ２｛－√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）｝］／［－ｍ１｛－√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）｝＋ｍ２｛－√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）｝１＝［ｍ２｛－√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）｝－ｍ３｛－√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）｝］／［－ｍ２｛－√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ３）｝＋ｍ３｛－√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）｝］－－－－（１５５）
［ｍ２｛－√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）｝－ｍ３｛－√（Ａ２・Ｓｐ＋Ｂ２）｝］／［－ｍ２｛－√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ３）＋ｍ３｛－√（Ａ２・Ｓ’ｐ＋Ｂ２）｝｝＝［ｍ３｛√（Ａ４・Ｓｐ｜Ｂ４）｝ｍ４｛√（Ａ３・Ｓｐ＋Ｂ３）｝］／［－ｍ３｛－√（Ａ４・Ｓ’ｐ＋Ｂ４）｝＋ｍ４｛－√（Ａ３・Ｓ’ｐ＋Ｂ３）｝］－－－－（１５６）
ここで再度
Ｓｐ＝１－Ｕ－－－－－－－－－－－－－－－－－（５７）
Ｓ’ｐ＝１－Ｕ’－－－－－－－－－－－－－－－－（５８）
とおき、１＞Ｕ＞０、１＞Ｕ’＞０の条件下で√を展開してＵ、Ｕ’の２次項までとる。
例えば
√（Ａ・Ｓｐ＋Ｂ）＝√｛Ａ（１－Ｕ）＋Ｂ｝＝√｛（Ａ＋Ｂ）－ＡＵ｝＝｛√（Ａ＋Ｂ）｝・√［１－｛Ａ／（Ａ＋Ｂ）｝Ｕ］＝｛√（Ａ＋Ｂ）｝・｛１－（１／２）・（Ａ／（Ａ＋Ｂ））・Ｕ－（１／８）・（Ａ／（Ａ＋Ｂ））^{2}・Ｕ^{2}｝
－－－－－－－－－－－－－－－－－（５９）
となる。ここで
Ｃ＝Ａ＋Ｂ－－－－－－－－－－－－－（６０）
すると（５６）式は
√Ｃ（１－（１／２）・（Ａ／Ｃ）・Ｕ－（１／８）・（Ａ／Ｃ）^{2}・Ｕ^{2}）
－－－－－－－－－－－－－－－－－（６１）
（５４）、（５５）、（５６）、（５７）、（５８）式を用いて（１５２）、（１５３）式を展開すると次式をうる。
（α_{10}＋β_{10}Ｕ＋γ_{10}Ｕ^{2}）／（α_{10}＋β_{10}（Ｕ’）＋γ_{10}（Ｕ’）^{2}）－（α_{20}＋β_{20}Ｕ＋γ_{20}Ｕ^{2}）／（α_{20}＋β_{20}（Ｕ’）＋γ_{20}（Ｕ’）^{2}）＝（α_{30}＋β_{30}Ｕ＋γ_{30}Ｕ^{2}）／（α_{30}＋β_{30}（Ｕ’）＋γ_{30}（Ｕ’）^{2}）
－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－（１６２）
ここでαｉ、βｉ、γｉはＵ、（Ｕ’）の各係数である。
α_{10}＝ｍ１（－√Ｃ２）－ｍ２（－√Ｃ１）
－－－－－－－－－－－－－－－（１６３）
β_{10}＝－（１／２）・ｍ１・｛（－√Ｃ２）・（Ａ２／Ｃ２）｝＋｜（１／２）・ｍ２・｛（√Ｃ１）・（Ａ１／Ｃ１）｝
－－－－－－－－－－－－－－－－（１６４）
γ_{10}＝－（１／８）・ｍ１・｛（－√Ｃ２）・（Ａ２／Ｃ２）^{2}｝＋＋（１／８）・ｍ

$2\cdot\{(-\sqrt{C1})\cdot(A1/C1)^{2}\}$
－－－－－－－－－－－－－－－－－（１６５）

$\alpha_{20}=m2(-\sqrt{C3})-m3(-\sqrt{C2})$
－－－－－－－－－－－－－－－－－（１６６）

$\beta_{20}=-(1/2)\cdot m2\cdot\{(-\sqrt{C3})\cdot(A3/C3)\}++(1/2)\cdot m3\cdot\{(-\sqrt{C2})\cdot(A2/C2)\}$
－－－－－－－－－－－－－－－－－（１６７）

$\gamma_{20}=-(1/8)\cdot m2\cdot\{(-\sqrt{C3})\cdot(A3/C3)^{2}\}++(1/8)\cdot m3\cdot\{(-\sqrt{C2})\cdot(A2/C2)^{2}\}$
－－－－－－－－－－－－－－－－－（１６８）

$\alpha_{30}=m3(-\sqrt{C4})-m4(-\sqrt{C3})$
－－－－－－－－－－－－－－－－－（１６９）

$\beta_{30}=-(1/2)\cdot m3\cdot\{(-\sqrt{C4})\cdot(A4/C4)\}++(1/2)\cdot m4\cdot\{(-\sqrt{C3})\cdot(A3/C3)\}$
－－－－－－－－－－－－－－－－－（１７０）

$\gamma_{30}=-(1/8)\cdot m3\cdot\{(-\sqrt{C4})\cdot(A4/C4)^{2}\}++(1/8)\cdot m4\cdot\{(-\sqrt{C3})\cdot(A3/C3)^{2}\}$
－－－－－－－－－－－－－－－－－（１７１）

ここで
$Ci=Ai+Bi$ －－－－－－－－－－－－－－－－－－（１７２）
$i=1、2、3、4$
である。
（１６２）式より、$U\neq(U')$として解くことができる。あとは５波長の場合と同型なので解法は省略する。
次に２つの波長を用いて４つの波長と同等の効果が得られる一つの解法をしめす。
従来のパルスオキシメーターの測定原理は（１４１）において
$d2(ac)=0$
即ち静脈は動かないと考えていた。すると
$\epsilon=0$
（１４２）式は
$a1=(-\sqrt{(A1\cdot Sp+B1)})\cdot\delta$ －－－－－－（２４２）
ここでSpとδが未知数であり、これを解く為には
２個以上の独立式があればよい。（２４１）式は１波長の場合であり、続いて２波長の測定で次式がえられる。
$a2=(-\sqrt{(A2\cdot Sp+B2)})\cdot\delta$ －－－－（２４３）
これを解くにはδを消去して
$(a1/a2)^{2}=(A1\cdot Sp+B1)/(A2\cdot Sp+B2)$ －－－－（２４３）
（２４３）式からSpを求めればよい。
$Sp=((a1/a2)^{2}B2-B1)/(A1-(a1/a2)^{2}A2)$
－－－－（２４４）
問題はこの方式だと体動時に静脈が動き正確なSp値が測定できないことである。
そこで
（１４１）式を次のように表す。
$a1=(-\sqrt{(A1\cdot Sp+B1)})\cdot\delta+N$ －－－－（２４５）
また$a2$に対しては
$a2-(-\sqrt{(A2\cdot Sp+B2)})\cdot\delta+h\cdot N$ －－－－（２４６）
と表す。
また（１４２）、（１４３）よりhは
$h=\sqrt{(A2\cdot S'p+B2)}/\sqrt{(A1\cdot S'p+B1)}$ －－－－（２４６）
$S'p$は静脈の酸素飽和度であり変動は僅かと考えたらよい。今一定として（２４５）、

（２４６）からＮを求めることを考える。Ｎがわかれば（２４５）、（２４６）のａ１、ａ２からＮ、ｈ・Ｎを引きＳｐを求めることができる。つまり２つの波長の出力からＮ、ｈ・Ｎを用いてＳｐを求めることができる。

その方法を示す。ここで（２４５）、（２４６）の状態から時系列上、次に状態が変化したとする。

ただしＳｐの変化はδ、Ｎにくらべて緩やかにかわるとする。

すると

Δａ１＝－（√（Ａ１・（Ｓｐ＋Ｂ１）））・（Δδ）＋ΔＮ　　－－－－（２４７）

またａ２に対しては

Δａ２＝－（√（Ａ２・（Ｓｐ＋Ｂ２）））・（Δδ）＋ｈ・ΔＮ　－－－（２４８）

（２４７）、（２４８）のΔａ１はａ１と次の状態の差を、Δａ２はａ２と次の状態の差を表している。だから未知数はΔδとΔＮの２個であり解くことができる。ΔＮについてはａ１の時Ｎであったものが次ぎの状態ではＮ＋ΔＮとなったとしている。

次の状態は

ａ１＋Δａ１＝－（√（Ａ１・（Ｓｐ＋ΔＳｐ）＋Ｂ１）））・（δ＋Δδ）＋（Ｎ＋ΔＮ）

－－－－（２４９）

ａ２＋Δａ２＝－（√（Ａ２・（Ｓｐ＋ΔＳｐ）＋Ｂ２）））・（δ十Δδ）＋ｈ・（Ｎ＋ΔＮ）

－－－－（２５０）

ここでＳｐ、Ｎは既知とする。なぜならＮ＝０のときをａ１の状態とできるからである。Ｎのない状態のａ１の波形パターンを必用数メモリーしておき、現実のａ１の波形との相関をとるとか、周期性を測定するとかしてＮの存在のチェックは可能である。だから最初はＮ＝０、次はＮ＝０＋ΔＮとなる。その次からは新しいＮはΣΔＮをすることによりわかる。

（２４９）、（２５０）は（Ｓｐ＋ΔＳｐ）と（δ＋Δδ）が未知数なので解くことができる。その答を夫々あたらしくＳｐ、Δとすれば（２４６）、（２４７）がまたスタートの式となる。

またｈについては一定としてあつかってきたが（２４６）で示すようにＳ’ｐの値で変化する。そこで適当なＳｐの関数として例えば実験的に

Ｓ’ｐ＝Ｃ０＋Ｃ１・Ｓｐ　　　　　　　　　－－－－（２５１）

としてＣ０、Ｃ１をもとめその都度変更してもよい。

　これから解るように２つの波長であっても４つの波長と実効的には同じ効果が期待できることをしめした。

次にセンサーにからむ発光、受光、信号伝達　等の骨子の説明をする。

上述のように独立な酸素飽和度の絡む計測値を得るために、ＬＥＤなどの多素子の発光が必要となる。発光部が生体の接着部にある場合、発光部の電力供給線が多線となり、そのケーブルが持つべきフレキシブルとか軽量とかの生体とのなじみ易さから離れて行く。そこで一つは図５にしめすように例えばＬＥＤの電源線を２本とし多発光素子を順次時系列的にスイッチング機能により切換えて発光さす。例えば切換えの部分をＣＰＵのポートにしてプログラムで順次ポートを切り替えて行く。ＣＰＵへは例えば５図のように供給電源にＣＰＵが接続しており、切換えルーチンプログラムにはいるようにトリガーになる例えば０から立ち上がるパターンを電源供給にいれておく。するとくり返して順次時系列的に各ＬＥＤが点灯（ＪＮＪＴ）する。重要なことは電力にＣＰＵトリガ信号をいれておくということである。またトリガ信号に同期させて受光部からの信号を取り出せば各波長の信号がとりだすことができ、各波長ごとの各独立式がえられる。

次の段階では電源供給ケーブルと受光ケーブルが問題となる場合を想定して無線の場合を図１０に示す。これは説明のための図であり重要なことは無線にすることで例えば電源供給はマイクロ波を用い、受光信号は通常のＭＨｚでもよいし赤外光でもよい。勿論どちらかは有線という折衷もかんがえられる。

次に発光部の改善として積分球光源応用の場合を説明する。積分球光源は一般的には図７に示すように球形をしており内部が一様な拡散（必ずしも完全拡散である必要はない）反射をしていて一方に入射口があって他方に射出口がある構成になっている。入射口に対し光を入射させ、その光が直接射出口に出ないように内部に遮蔽板をもうけ内部で拡散反射を繰り返して射出口から射出光として光がでる。入射光は必ずしもそとからでなくてもよく、重要なことは直接に射出口に出て行かないことである。その場合射出口の光の性質は半空間に対して完全拡散の一様な強度の面光源となる。また内部の任意部位では全空間に対して完全拡散の一様な照射光をうける。この性質を応用する。図８では一つは射出口のほぼ中ほどに図に示すように透明体たとえば赤外光も通すガラス板をいれ、その中に測定部位、例えば足をいれる。すると測定部位が多少動こうとも動くことによる測定部位に対する光学的な変動はなくなる。他の例は図９に示すように半球にして実効的に同じ効果をあげている例である。この場合は透明板ではなく積分拡散反射と等価の拡散板（ＤＩＢ）をもちいる。積分球あるいは積分球等価の場合は光源は生体に対し非接触となる。これらの積分球に入射される光源は各ＬＥＤで分光的に各ＬＥＤの分光域をカバーする一個の受光素子でもよいし、その逆に受光素子は各ＰＤで、分光的に各ＰＤの分光域をカバーする一個の発光素子でもよい。

図１１は更に実効的に積分球射出光と等価な面光源の例をしめす。構成は例えば平面の一辺に発光部を設け拡散手段を介して光導体に発光させ、光導体の一面には反射手段を設け他面に対して光を導き、射出面に拡散手段を設ける。また光導体、拡散手段、反射手段などにフレキシブルな部材を用い、生体面との接触がスムーズにできるようにする。また発光部に各波長の発光源を有し、受光部に各発光源の波長域を含む感度を有する一個の素子をもうけるとして説明をしてきたが、その逆であってもよい。即ち受光部に各波長の感度をもつ各受光素子を有し、発光部に各受光素子の波長域を含む発光域を有する一個の素子をもうけてもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

図１２以下本発明装置の説明をする。図１２は本発明の発光一受光センサーＬＤＳを額の測定部位Ｐ（額の略中央部）に取り付けた模式図である。ＬＤＳは円形となっているが必ずしも円形の必要はない。その中に必要な発光部、受光部が配置されておればよい。ケーブルは直線的に描写しているが、フレキシブルなもので内部には発光一受光センサーに必要な信号線が入っていればよい。ケーブルを介して信号が必要な演算等をする部署（ここでは図示されていない）に伝達される。

図１３はＬＤＳの発光部ＡＬと受光部ＢＤを模式的に示したものである。ＡＬはここでは５個の分光波長で個々に構成されるＬＥＤであって、夫々λ１、λ２、λ３、λ４、λ５の分光波長の光を発している。その光は測定部位ＰのＰ１（点でも面でもよい）から入射して光路ＬＬＰを通ってＰ２から外へ出て行く。ＢＤはそれらを受光する受光部である。ＬＤＳは主にＭＬとＢＤで構成され、それらに必要な信号等はケーブルＬで伝達される。図１４はＡＬ、ＢＤにおいて各分光波長の入射光路が一つの場合の模式図である。ＡＬにおいて各ＬＥＤから発せられたλ１、λ２、λ３、λ４、λ５の分光波長の光をダイクロイックミラー等で合成して測定部位に入れ、測定の光路を通った後、外部に出てくる。それをＢＤの受光部で受光する。時系列的に各ＬＥＤが発光する場合はＢＤの受光部は分光する必要はない、が同時発光或いはブロードな分光波長をもっている場合は分光する必要がある。図１４のＢＤは分光する場合を模式的に示したもので、ダイクロインクミラー等から構成される。

図１５はＬＤＳの中の各ＬＥＤ、あるいは受光部の配置をしめした模式図である。一つは各ＬＥＤの分光波長の光を図示している各λ１、λ２、λ３、λ４、λ５を周辺から入射させ、中央から合成した光をとる。或いは、逆に中央から合成した光もしくはブロードな光を入射させ、周辺から各分光波長の光を取り出してもよい。

或いはブロードな光を中央を含むいずれから入れ、いずれかから取り出しその後分光波長に分解する。或いは分光波長された光をいずれかの部位から入れ、合成された光をいずれからとりだしてもよい。

図１６は本発明の構成を機能ブロックで示したものである。ＡＬから発せられた光は被測定部を通ってＢＤで受光される。ＢＤからの信号はＡ／Ｄ変換等の機能（Ａ／ＤＥＴ）を経て演算等の機能（ＥＮＥＴ）にはいる。これらの機能はメインの機能を示したもので、細部の機能については（２７）式から（７９）式までの展開をおこない、アナログ回路の方が有利な場合はアナログ回路を用いて細部の機能を果たす。特に演算等の機能では、動脈の血中酸素飽和度ＳｐＯ２、静脈の血中酸素飽和度Ｓ’ｐＯ２、脈波δ、動脈の静脈への影響度εを算出する。ε・δから静脈の脈波を算出してもよい。これら算出したものから表示（ＤＩＳＰ）、あるいは信号の出力等必要に応じて出力する。駆動等の機能（ＫＤＥＴ）ブロックはＡＬの回路を駆動するためのものであるが、一方では演算等の機能ブロック、或いはＡ／Ｄ変換等の機能ブロックからの信号をフィードバック信号として受け、適切な算出値がえられるようにＡＬへの信号をコントロールしている。またＬＤ１，ＬＤ２、ＬＤ３、ＬＤ４、ＬＤ５、ＬＤ６の伝達部分は有線であっても、無線であってもよい。特にＬＤ１、ＬＤ６が無線の場合はＡＬ、ＢＤ内に必要な電源を確保する。

以上は５波長に対しての本発明例で、４波長にたいしての、（１４２）式から（１７２）式までの対応は図１３、図１４、図１５、図１６の５波長から１波長を消したものでできる。従って説明は省く。

また２波長に対しての、（２４２）式から（２５１）式までの対応は図１３、図１４、図１５、図１６の５波長から３波長を消したものでできる。従って説明は省く。

図１０は無線でセンサーと信号処理部の信号のやり取りをしめした模式図である。

図５、図６は多発光素子を順次点灯（ＪＮＪＴ）させ駆動用の配線を簡略化させたものの本発明の模式図である。これはまた多受光素子の順次起動に対しても用いられることができる。図６で重要なことは電源供給にＣＰＵあるいは切換えスイッチがスタートする信号をいれておくことである。また図６には別途メモリー機能があってセンサーに固有な分光特性、例えば（４２）、（４３）、（４４）、（４５）、（４６）式の書く未知数の係数等をメモリーしておき、メモリーの部位は生体に負担を掛けないようにできるだけ生体からはなしておく。クーブルに繋がる各機能とケーブルはコネクター方式を採用する。それによりセンサーの故障時での対応が簡単になる。

図１７はＡＬの発光ＬＥＤ４個の印加電圧の掛けかたの一例である。ＩＥをゼロにして、Ｌα１を－にするとλ１が発光し＋にするとλ２が発光し、Ｌα２を－にするとλ３が発光し＋にするとλ４が発光する。従ってＬα１とＬα２とを交互に印加させ、印加の極も順次変えていけば各ＬＥＤは順次点灯する。それにより３芯線で各ＬＥＤの点灯が可能となる。

図１９は、発光ＬＥＤ４個の場合で、Ｌα１、Ｌα２、Ｌα３、Ｌα４の印加に従って各ＬＥＤを個々に制御できるようにしたものである。

図８、図９は積分球応用の非接触の測定部位照明の装置例である。

図１１は平面照明の装置例である。重要なことは、フレキシブルで、実効的には積分球と等価な照明効果をもつということである。

図１８は受光部回路例の説明図である。受光素子としてＡＰＤ（アバランシエ．フォト．ダイオード）を用いる場合の回路である。ＡＰＤは逆バイアス電圧を印加することによりＰＤ（フォト．ダイオード）に比べ数十倍から百数十倍の出力の増大となる特性を有する。この特性を応用して今まで感度が足りなく問題となっていた測定部位を測定可能にする。回路は逆印加電圧ＢＶＢ、ＢＶＡの電位に直列に抵抗Ｒ１，Ｒ３が結線され、Ｒ３の電位からコンデンサーＣＤを介してか、又ＣＤを介さないでオペアンプＯＰに結線されフィードバック抵抗Ｒ２で増幅され、出力ＶＯが得られる。今この回路で、切換えＳＷ２がＢＶＢに、ＳＷ２に連動して切換えＳＷ１がＣＤ側に結線されているとすると、λがＡＰＤに入射するとＰＤに比べ数十倍から百数十倍の電流がえられその内交流成分のみがＯＰに入力し、交流成分の何倍かしたものがＶＯとして得られる。この交流成分の意味を考える。

（２７）式から

Ｉ＝Ｉｇ・Ｉｘ・ｅｘｐ（－√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・（ｄ１（ｄｃ）＋ｄ１（ａｃ））

）・ｅｘｐ（−√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・（ｄ２（ｄｃ）＋ｄ２（ａｃ）））・ｅｘｐ（−κ３・（ｄ３（ｄｃ）＋ｄ３（ａｃ）））−−−−−−−−−−−（２７）
ここで（２７）式のＩｘとｅｘｐ（−κ３・（ｄ３（ｄｃ）＋ｄ３（ａｃ）））を次のように置く。
Ｉｘ・−ｅｘｐ（−３κ・（ｄ３（ｄｃ）＋ｄ３（ａｃ）））＝ｅｘｐ（−κ３・（ｄ３（ｄｃ）＋ｄ３（ａｃ））＋ｅｘｐ（ｌｎ（Ｉｘ）））
−−−−−−−−−−−（３００）
すると
Ｉ＝Ｉｇ・ｅｘｐ（−√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・（ｄ１（ｄｃ）＋ｄ１（ａｃ）））・ｅｘｐ（−√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１・（ｄ２（ｄｃ）＋ｄ２（ａｃ）））・ｅｘｐ（−κ３・（ｄ３（ｄｃ）＋ｄ３（ａｃ））＋ｅｘｐ（ｌｎ（Ｉｘ）））
−−−−−−−−−−−（３０１）
このＩの微分成分をＡＣ成分と考えて
ΔＩ＝Ｉｇ・ｅｘｐ（−√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・ｄ１（ｄｃ）・ｅｘｐ（−√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・ｄ２（ｄｃ）・ｅｘｐ（−κ３・（ｄ３（ｄｃ）・（（−√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・ｄ１（ａｃ））＋（−√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・ｄ２（ａｃ））｜（κ３・ｄ３（ａｃ）｜ｅｘｐ（ｌｎ（Ｉｘ））
−−−−−−−−−−−（３０２）
このΔＩに比例したものがＶＯである。
一方、ＤＣ成分は、ＳＷ２とＳＷ１を切り替えた場合のＶＯのある時間平均をとればよい。ここではＡＣとＤＣのＶＯの各比例定数は１として
（３０２）式をＩのＤＣ成分（平均）で割ると
ΔＩ／Ｉｄｃ＝（（−√（Ａ１・Ｓｐ＋Ｂ１）・ｄ１（ａｃ））＋（−√（Ａ１・Ｓ’ｐ＋Ｂ１）・ｄ２（ａｃ））＋Ｘ
−−−−−−−−−−（３０３）
ここで
Ｘ＝（κ３・ｄ３（ａｃ）＋ｅｘｐ（ｌｎ（Ｉｘ））−−−−−−−−−−−（３０４）
（３０３）式は（３１）式と同型になりＶＯからの信号で最終の答まで求められることがわかる。即ち図１８に示す回路により従来のＰＤより感度のいいＡＰＤを用いてａλを得て必要な因子を求めることができる。平均値をとるときはコンデンサーを外すことが重要であって必要ならＲ２とは別のＯＰのフィードバック抵抗としてもよいし、必要ならＢＶＡ＝ＢＶＡであってもよい。
またＡＰＤの増幅率は入射光の分光波長がことなればことなってくる場合もある。その補正は印加電圧を可変にすることにより可能となる。印加電圧の電圧により増幅率がかわるという特性を応用する。あらかじめ分光的な増幅率が分かっている場合は、一定になるように、あらかじめシュミレーションした電圧を自動或いは手動で与えてやればよい。

【発明の効果】
本発明によればヘモグロビンの吸収分光波長域の５個、或いは４個、或いは２個の分光波長の生体信号を得て、胎動ノイズを除去し、生体に負担をかけないで、動脈中の酸素飽和度、静脈中の酸素飽和度、動脈中の脈動変化量、酸素飽和度静脈の脈動変化量等を算出することができる。

【図面の簡単な説明】
【図１】本発明にかかる測定原理の説明図
【図２】本発明にかかる測定原理の説明図
【図３】本発明にかかる測定原理の説明図
【図４】本発明にかかる測定原理の説明図
【図５】本発明にかかる測定検出部の発光部の説明図
【図６】本発明にかかる測定検出部の発光部の説明図
【図７】本発明にかかる測定検出部の発光部の説明図
【図８】本発明にかかる測定検出部の発光部の説明図

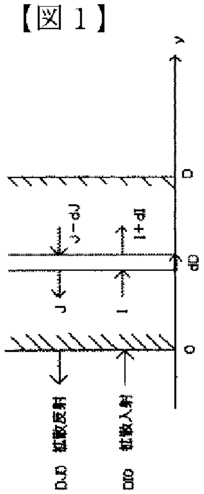
【図９】本発明にかかる測定検出部の発光部の説明図
【図１０】本発明にかかる機能ブロックの説明図
【図１１】本発明にかかる測定検出部の発光部の説明図
【図１２】本発明にかかる測定検出部の説明図
【図１３】本発明にかかる測定検出部の発光部と受光部の説明図
【図１４】本発明にかかる測定検出部の発光部と受光部の説明図
【図１５】本発明にかかる測定検出部の説明図
【図１６】本発明にかかる機能ブロックの説明図
【図１７】本発明にかかる測定検出部の発光部の説明図
【図１８】本発明にかかる測定検出部の受光部の説明図
【図１９】本発明にかかる測定検出部の発光部の説明図
【符号の説明】

Ｉ０	１層に入る前方光強度
Ｊ０	１層から出る後方光強度
ε	動脈の脈波の静脈への影響度
Δ	動脈の脈波の変化部分
ＬＤＳ	発光－受光センサー
Ｐ	測定部位
Ｌ	ケーブル
ＡＬ	発光部
ＢＤ	受光部
λ	分光波長
λ１	分光波長
λ２	分光波長
λ３	分光波長
λ４	分光波長
λ５	分光波長
Ｐ１	入射部位
Ｐ２	射出部位
ＬＬＰ	光路
ＩＥ	印加端子
Ｌα１	印加端子
Ｌα２	印加端子
Ｌα３	印加端子
Ｌα４	印加端子
ＬＤ１	伝達ライン
ＬＤ２	伝達ライン
ＬＤ３	伝達ライン
ＬＤ４	伝達ライン
ＬＤ５	伝達ライン
ＬＤ６	伝達ライン
Ａ／Ｄ	アナログ／デジタル変換機
Ｒ１	抵抗
Ｒ２	抵抗
Ｒ３	抵抗
ＡＰＤ	アバランシエ・フォト・ダイオード
ＢＶＡ	ＢＶＡ　Ｖの印加電源
ＢＶＢ	ＢＶＢ　Ｖの印加電源
ＣＤ	コンデンザー
ＯＰ	作動増幅器

ＶＯ	ＯＰの出力
ＳＷ１	切換えスイッチ
ＳＷ２	切換えスイッチ
ＳＹＣ	連動
ＤＪ０	拡散反射
ＤＪ０	拡散入射
ｙ	深さ方向ｙ軸
Ｊ	後方光強度
Ｉ	前方光強度
ｄＪ	微小後方散乱
ｄＩ	微小前方散乱
Ｄ	ある層の厚さ
ｄＤ	深さ方向の微小厚さ
１ＬＡＹ	１層
２ＬＡＹ	２層
３ＬＡＹ	３層
Ｉ１	２層に入る前方光強度
Ｉ２	３層に入る前方光強度
Ｉ３	３層から出る前方光強度
κ１	１層の光学定数
κ２	２層の光学定数
κ３	３層の光学定数
Ｄ１	１層の厚さ
Ｄ２	２層の厚さ
Ｄ３	３層の厚さ
Ｊ１	２層から出る後方光強度
Ｊ２	３層から出る後方光強度
Ｊ３	３層に入る後方光強度
ＳＷ	スイッチ
ＳＣＢ	センサーケーブル
ＫＤＫ	駆動回路
ＳＳＦ	信号処理
ＪＳ	受光素子
ＨＫ１	受光素子１
ＨＫ２	受光素子２
ＨＫ３	受光素子３
ＨＫ４	受光素子４
ＨＫ５	受光素子５
ＪＮＪＴ	順次点灯
ＭＥＲ	メモリー
ＣＰＵ	コンピューター
ＴＲＧ	トリガ信号
ＴＲＳ	トリガ処理
ＳＲＩ	処理機能
ＮＩ０	入射光
ＮＩＭ	入射口
ＳＤＢ	遮蔽板
ＤＩＬ	拡散光
ＳＨＫ	積分球
ＤＩＭ	射出口

ＤＩＢ	拡散板
ＤＩ０	射出光
ＴＰＢ	透明体
ＳＨＥ	積分等価拡散光
ＨＳＳ	発信装置
ＨＫＢ	発光部
ＪＫＢ	受光部
Ａ／Ｄ	アナログデジタル変換
ＨＳＢ	発信部
ＫＳＫ	拡散面光源
ＫＳＭ	拡散手段
ＨＮＭ	反射手段
ＫＤＴ	光導体
ＫＧＮ	光源
Ａ／ＤＥＴ	Ａ／Ｄ変換等機能
ＥＮＥＴ	演算等機能
ＫＤＥＴ	駆動等機能
ＤＩＳＰ	表示
ＳｐＯ２	動脈血酸素飽和度
Ｓ’ｐＯ２	静脈血酸素飽和度
δ	動脈脈波
ε	動脈の静脈への影響度

【図１】



図

【図２】

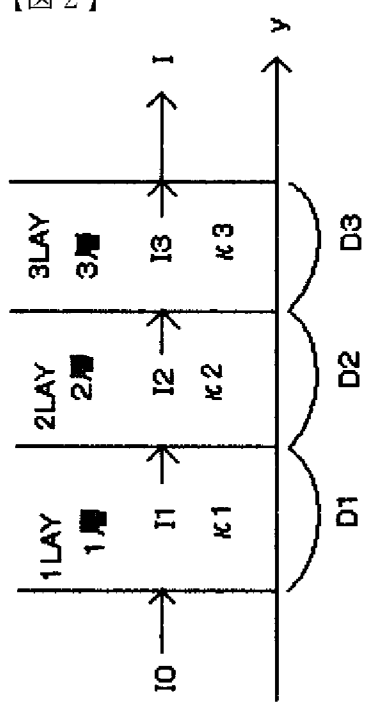
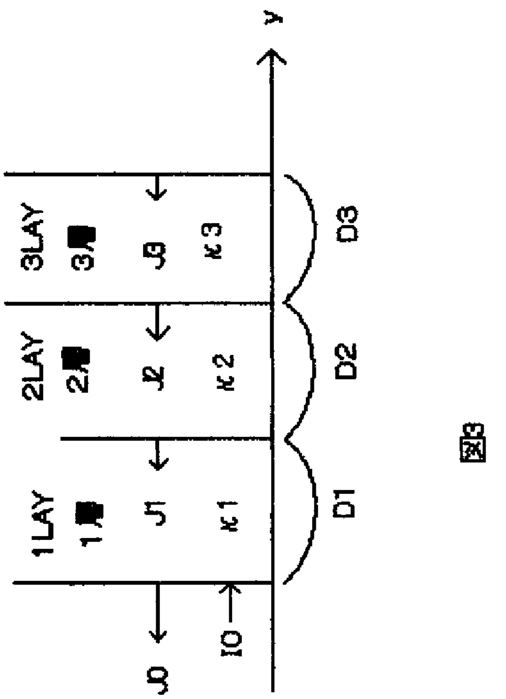
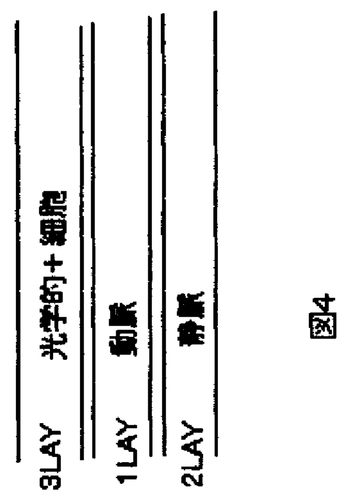


図2

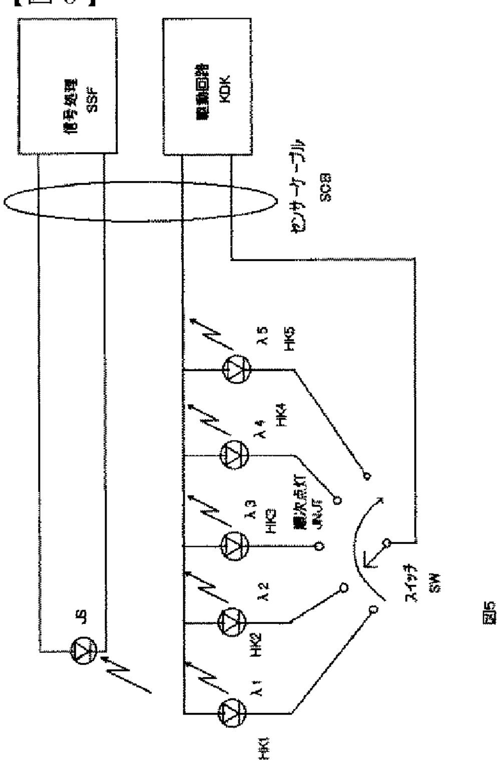
【図３】


1LAY
1層
J1
κ1
D1
2LAY
2層
J2
κ2
D2
3LAY
3層
J3
κ3
D3
J0
I0
y
図3

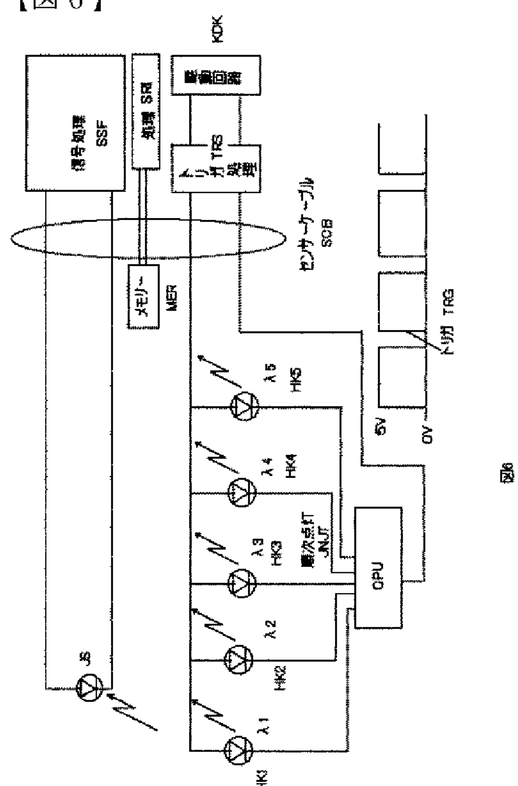
【図４】


3LAY
光学的＋細胞
1LAY
動脈
2LAY
静脈
図4

【図５】


信号処理
SSF
駆動回路
KOK
センサーケーブル
SCB
JS
λ1
λ2
λ3
λ4
λ5
HK1
HK2
HK3
HK4
HK5
順次点灯
JNJT
スイッチ
SW
図5

【図６】


信号処理
SSF
処理 SRI
駆動回路
KOK
トリガ処理 TRG
センサーケーブル
SCB
メモリー
MER
JS
λ1
λ2
λ3
λ4
λ5
HK1
HK2
HK3
HK4
HK5
順次点灯
JNJT
CPU
5V
0V
トリガ TRG
図6

【図７】

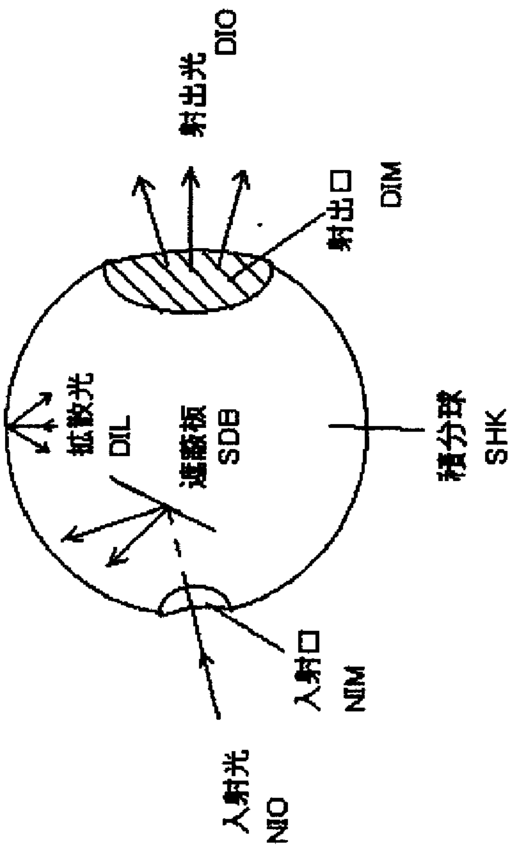


図7

【図８】

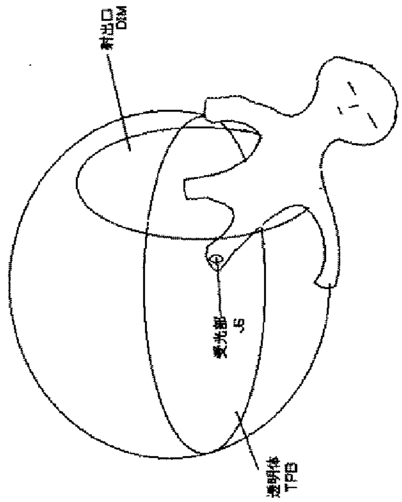


図8

【図９】

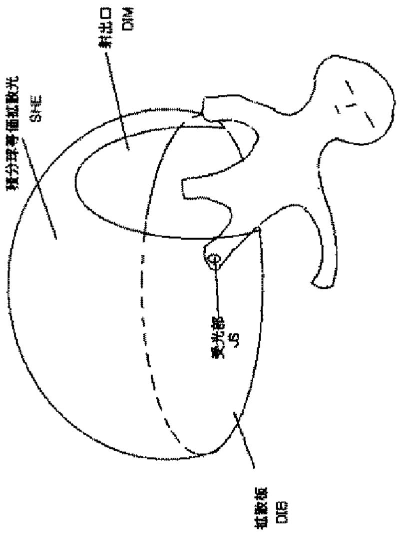


図9

【図１０】

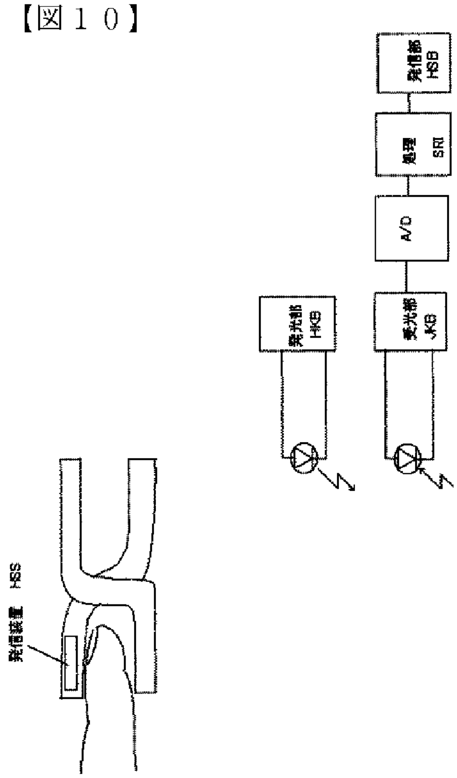
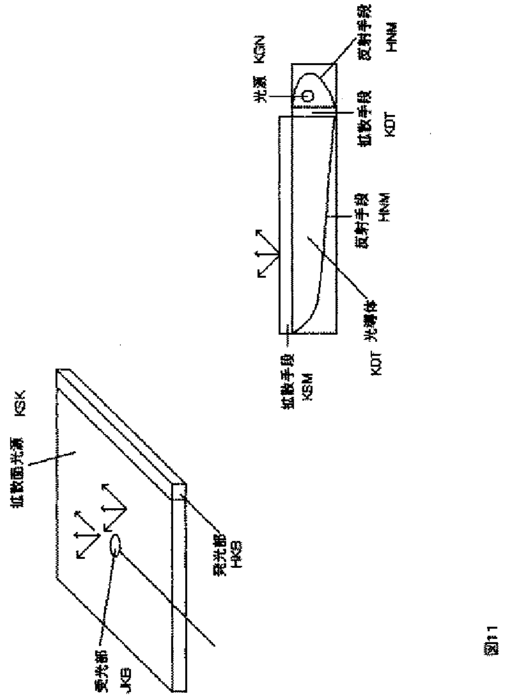
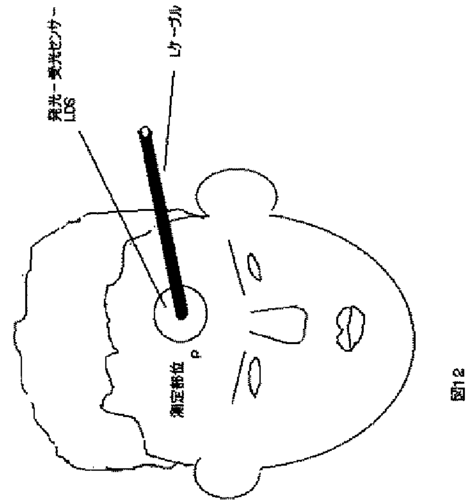


図10

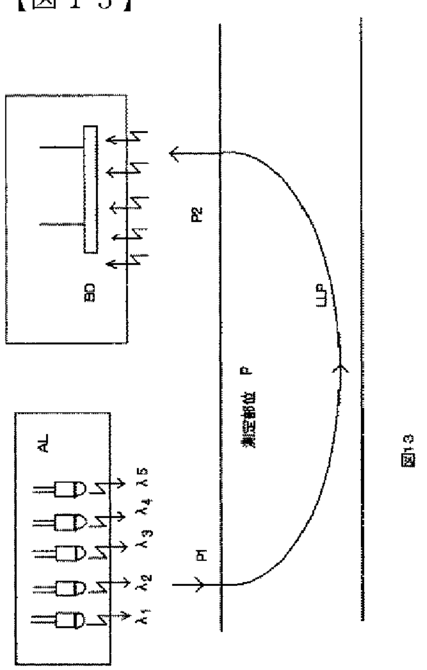
【図１１】



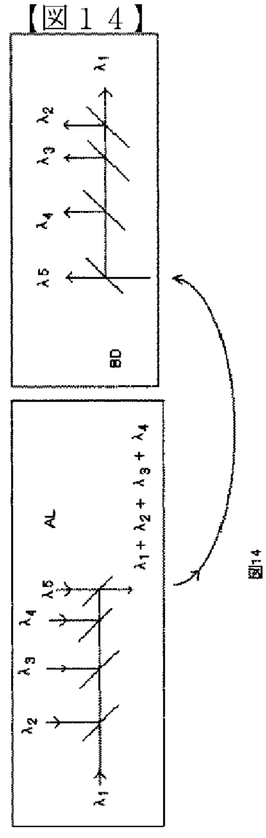
【図１２】



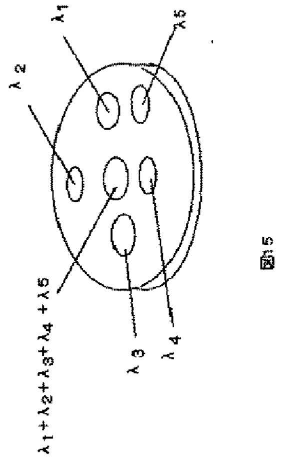
【図１３】



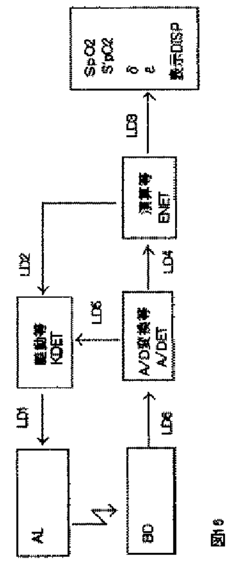
【図１４】



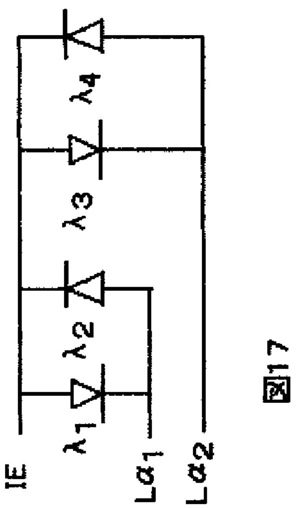
【図１５】



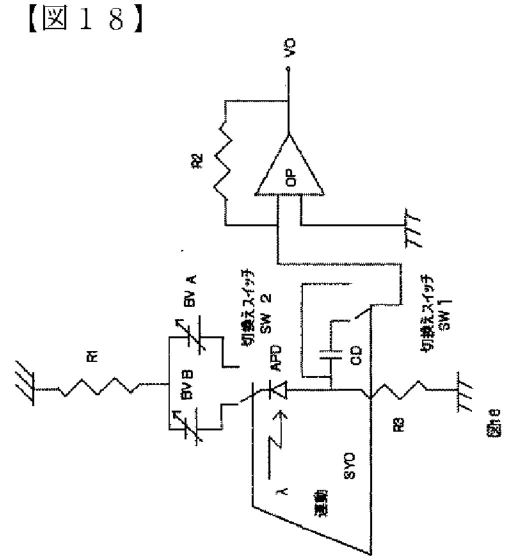
【図１６】



【図１７】



【図１８】



【図１９】

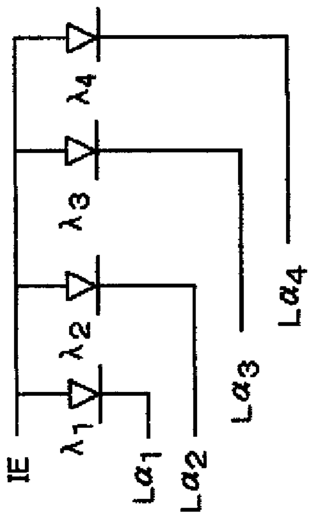


図19